

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑧ EP 0 334 474 B1

⑩ DE 689 14 312 T 2

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H 02 J 7/34  
H 01 M 8/04

①

②①	Deutsches Aktenzeichen:	689 14 312.5
②⑥	Europäisches Aktenzeichen:	89 301 244.3
②⑤	Europäischer Anmeldetag:	9. 2. 89
②⑦	Erstveröffentlichung durch das EPA:	27. 9. 89
②⑦	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	6. 4. 94
④⑦	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	25. 8. 94

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①

18.02.88 JP 36333/88

⑦③ Patentinhaber:

Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑦④ Vertreter:

Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 14199 Berlin

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

⑦② Erfinder:

Yamamoto, Osamu, Tiba-shi, JP

⑤④ Steuergerät für ein Generatorsystem mit Brennstoffzellen.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 689 14 312 T 2

DE 689 14 312 T 2

BEST AVAILABLE COPY

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Regelgerät für ein System zur Erzeugung von Brennstoffzellen, das zum Beispiel für die Stromversorgung in einem elektrischen Fahrzeug wie einem Gabelstapler eingesetzt wird.

Im allgemeinen bereitet es einem aus einer Kombination einer Brennstoffzelle mit einem Reformer bestehenden System zur Erzeugung von Brennstoffzellen Schwierigkeiten zu erreichen, daß die Ausgangsleistung der Brennstoffzelle der Belastungsschwankung schnell folgt, insbesondere bei Verwendung im obenerwähnten Gabelstapler, bei dem sich die Belastung gemäß den Betriebszuständen des Fahrens und der Beladung plötzlich ändert, da die Ansprechgeschwindigkeit des Reformers langsam ist. Für diesen Fall wurde bereits ein System zur Erzeugung von hybriden Brennstoffelementen vorgeschlagen, bei dem eine Speicherbatterie als Backup-Batterie für die Brennstoffzelle mit der Ausgangsseite der Brennstoffzelle verbunden ist, wobei die Speicherbatterie einen Energiemangel unter einer Betriebsbedingung starker Belastung, während derer die Ausgangsleistung der Brennstoffzelle auf eine starke Belastung stößt, ausgleicht. Die Speicherbatterie wird in den Zeiträumen, während derer der Ladebetrieb ruht oder die Belastung gering ist, durch die Nutzung überschüssiger Energie aus der Brennstoffzelle wiederaufgeladen. Ein derartiger Vorschlag wird in der japanischen Patentanmeldung 121147/87 offenbart.

Wird die Batterie andererseits jedoch während eines längerandauernden Betriebszustandes leichter Belastung oder der Nicht-Belastung weiterhin durch die Brennstoffzelle aufgeladen, wird die Speicherbatterie überladen. Es kommt ferner zur übermäßigen Entladung der Speicherbatterie, wenn ein Energiemangel seitens der Brennstoffzelle für einen längeren Zeitraum bei einem Betriebszustand starker Belastung durch die Speicherbatterie ausgeglichen wird. Durch wiederholte Überladung und übermäßige Entladung verkürzt sich die Lebensdauer der Speicherbatterie erheblich. Es wurde ein Regelgerät für ein System zur

Erzeugung von Brennstoffzellen vorgeschlagen, bei dem das Ladungsniveau der Speicherbatterie angezeigt wird, die Speicherbatterie in einen Zustand höchster Ladung zur Bewältigung starker Belastung gehalten wird, indem sie die Ausgangsleistung der Brennstoffzelle in Abhängigkeit von der Restladung der Speicherbatterie regelt, und gleichzeitig für die Stabilisierung der Stromversorgung des Verbrauchers gesorgt wird. Ein derartiger Vorschlag wird in der japanischen Patentschrift 110634/87 offenbart.

In US-Patentschrift 3987352 wird ein Regelgerät für ein System zur Erzeugung von Brennstoffzellen mit einer Speicherbatterie-Notstromversorgung beschrieben, das mit einem Ladungsniveaumanzeiger (18) und einem Ausgangsstrom-Regelgerät (26) ausgerüstet ist. Ein Regler (28) regelt das Ausgangsstrom-Regelgerät, in Abhängigkeit von einem in der Speicherbatterie aufrechtzuerhaltenden Soll-Ladungswert.

In US-Patentschrift 4677037 wird die Regelung der Nutzleistung einer Brennstoffzelle erklärt, um dadurch den Entladestrom einer Backup-Speicherbatterie zu verringern.

Es ist äußerst erstrebenswert in der Speicherbatterie des Systems zur Erzeugung von Brennstoffzellen ständig einen Zustand hoher Restladung aufrechtzuerhalten, um sowohl starker Belastung, als auch plötzlichen Belastungsschwankungen bei bestimmten Bedienungs- oder Bewegungszuständen eines Gabelstaplers gewachsen zu sein. Deshalb ist es am besten, die Aufladung der Speicherbatterie schnellst möglich zu beenden, im Rahmen der Bereitstellung einer Ladebedingung, die die Lebensdauer der Speicherbatterie nicht verkürzt, wenn sie den Betriebszustand der leichten Belastung oder der Nichtbelastung ausnutzt.

Die bereits vorgeschlagenen Regelsysteme verfügen lediglich über ein Basisregelsystem, das die Ausgangsleistung der Brennstoffzelle in Abhängigkeit vom Ladungsniveau der Speicherbatterie variabel regelt, und bieten nur eine unzureichende Feinregelung der Ausgangsleistung der Brennstoffzelle, die auf den Ladekurven der Speicherbatterie basieren, die Anforderung nach Vollendung der Wiederaufla-

derung der Speicherbatterie schnellst möglich zu erfüllen, unter zulässigen Ladebedingungen, die zu keiner der obenbeschriebenen Verschlechterung der Leistung der Speicherbatterie führen.

Figur 3 zeigt Lade- und Entladekurven einer Bleispeicherbatterie hinsichtlich der Spannung gegenüber einem gewöhnlichen Zeitfaktor. In den Bereichen A und B der Ladekurven werden die Ladungs- und Entladungsreaktionen der Batterie umgekehrt durchgeführt, wohingegen die unveränderliche, umkehrbare Reaktion im überbelasteten oder übermäßig entlasteten Zustand, der durch den Bereich C dargestellt wird, auseinandergeht und ein irreversibler Zustand geschaffen wird. Es ist bekannt, daß sich nicht nur die charakteristischen Merkmale der Batterie verschlechtern, sondern sich auch die Lebensdauer der Batterie erheblich verkürzt, wenn die Speicherbatterie wiederholt benutzt wird, während sie sich in diesem Bereich befindet. Figur 4 zeigt eine Strom-Spannung-Kurve für das Aufladen jeder Zelle der Bleispeicherbatterie in Form entsprechender Ladungsniveaus (angegeben als Prozentzahlen des Niveaus völliger Entladung), und eine Kennlinie D, die eine Grenze für einen zulässigen Bereich der Ladestromstärke darstellt. Das heißt, ein sicherer Ladeprozeß kann nur in einem Bereich mit einer relativ kleinen Ladezeitgeschwindigkeit unterhalb des Schnittpunktes jeder Kennlinie des entsprechenden Entladungsniveaus und der Grenzlinie D durchgeführt werden. Eine progressive Verschlechterung der Leistung der Speicherbatterie tritt schnell auf, wenn ein wiederholtes rasches Aufladen stattfindet, das entsprechend der gestrichelten Linie gekennzeichneten Bereichs in Figur 4, der über die Kreuzungsstelle der Linie D mit der Kennlinie des Entladungsniveaus hinausgeht, einen relativ großen Ladestrom umfaßt. Das heißt mit anderen Worten, daß der zulässige Ladestrom und folglich die zulässige Ladespannung einer Speicherbatterie während der Aufladung, in Abhängigkeit vom Zustand der Restladung gemäß der charakteristischen Merkmale der Speicherbatterie vari-

iert. Es ist insbesondere dann nötig, eine Feinregelung zur Wiederaufladung bereitzustellen, die die Ladebedingungen verwendet, die sich am nächsten an der Grenze des in Figur 4 durch die Linie D dargestellten Bereichs der zulässigen Ladestromstärke befinden, wenn Betriebszeiten geringer Belastung, die zwischen den Intervallen des Betriebs mit starker Belastung liegen, wie oben beschrieben, für die Stromversorgung des Gabelstaplers genutzt werden und es erforderlich ist, die Speicherbatterie während eines kurzen Zeitraumes ohne Verschlechterung der charakteristischen Merkmale der Batterie wiederaufzuladen.

Es ist das Ziel der vorliegenden Erfindung einen Regler für ein System zur Erneuerung von Brennstoffzellen zur Verfügung zu stellen, der die Durchführung der Feinsteuerung des Ladevorgangs ermöglicht, um die Speicherbatterie schnellst möglich wiederaufzuladen, damit das Soll-Ladeniveau unter Ladebedingungen erreicht wird, wodurch eine mögliche Verschlechterung der Speicherbatterie weitgehend vermieden wird, und um eine optimale Leistung innerhalb eines Systems zur Erzeugung hybrider Brennstoffzellen zur Verfügung zu stellen, insbesondere zur Bereitstellung einer Stromversorgung, die wie beim Gabelstapler, starken Belastungsschwankungen ausgesetzt ist.

Gemäß dieser Erfindung wird ein Regelgerät für ein System zur Erzeugung hybrider Brennstoffzellen zur Verfügung gestellt, das einen Verbraucher mit Strom versorgt, indem es eine Speicherbatterie als Notstromversorgung mit dem Ausgang einer Brennstoffzelle verbindet, wobei das Regelgerät Mittel zur Regelung der Nutzleistung der Brennstoffzelle, Mittel zur Feststellung der Restladung der Batterie und Mittel zur Bereitstellung eines vorherbestimmten Sollwerts des Ladevermögens der Batterie umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät ferner Mittel zur Regelung des Ausgangsstroms, der der Brennstoffzelle entnommen wird, Mittel zur Ermittlung der Spannung der Spei-

cherbatterie, ein Regelgerät zur Regelung des Regelmittels der Nutzleistung und des Regelmittels des Ausgangsstroms umfaßt, in Abhängigkeit von vorherfestgesetzten Werten zulässiger Ladespannungen, die als Funktion der Restladung der Batterie im Regelgerät gespeichert sind, und in Abhängigkeit vom aufrechtzuerhaltenden Soll-Ladevermögen, wobei die vorherfestgesetzten zulässigen Spannungswerte und das Soll-Ladevermögen auf den Ladekurven der Speicherbatterie basierend vorher festgesetzt werden, und Mittel zum Vergleichen der Werte mit den durch die Nachweismittel erhaltenen Werte der Batteriespannung und der Restladung, wobei das Vergleichsergebnis dazu dient, ein Signal auf der Ebene bereitzustellen, auf deren Basis das Regelgerät zur Regelung des Nutzleistung-Regelmittels und des Ausgangsstrom-Regelmittels ausgerichtet ist, um die Ladespannung der Batterie auf dem höchsten Niveau zu halten entsprechend den gespeicherten Spannungswerten als eine Funktion der effektiven Ladung der Batterie, indem eine Verschlechterung der Batterie dadurch vermieden wird, daß die Restladung schnellst möglich auf den Sollwert gebracht wird.

Hier werden der festgesetzte Wert der zulässigen Ladespannung und der Sollwert des Ladungsniveaus in einem im Steuergerät befindlichen Speicher gespeichert, in dem der beizubehaltende Sollwert des Ladungsniveaus mit vorzugsweise mehr als 80 % des Nominalwertes vorgegeben ist, und das Regelmuster für die Aufladung in Abhängigkeit von der Restladung der Speicherbatterie festgesetzt ist, in Übereinstimmung mit einer Grenzlinie E für die zulässige Ladestromstärke, die in Figur 2 dargestellt ist, und auf der Grundlage der Strom-Spannung-Kennlinie der Speicherbatterie, die in Figur 4 dargestellt ist. Ferner ist die Restladung der Speicherbatterie zu erfahren, indem die Ladungs- und Entladungsniveaus der Speicherbatterie anhand von Nachweismitteln überprüft werden und mit der Nennleistung rechnerisch verglichen werden.

Wird aus der Speicherbatterie während des Betriebs bei schwerer Belastung mit eingeschaltetem System

zur Erzeugung von Brennstoffzellen Elektrizität entladen und wird die Restladung auf weniger als 80 % verringert, werden der ermittelte Wert des Ladungsniveaus und der Spannungswert der Speicherbatterie mit den entsprechenden vorherfestgesetzten, im Speicher des Steuergerätes gespeicherten Werten verglichen, wie bereits vorher beschrieben, und das Nutzleistung-Regelmittel und das Ausgangsstrom-Regelmittel werden in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis geregelt, um dadurch die Nutzleistung und den Ausgangstrom der Brennstoffzelle derartig ansteigen zu lassen, daß die Ladespannung der Speicherbatterie, d.h. die Ausgangsspannung, die parallel zum Verbraucher und zur Speicherbatterie von der Brennstoffzelle eingespeist wird, den vorherfestgesetzten Wert für die zulässige Ladespannung der Speicherbatterie nicht überschreitet, also die Speicherbatterie wiederauflädt, bis sie das Soll-Ladungsniveau erreicht. Zusätzlich erfolgt eine reale Regelung mittels eines PID-Reglers, der dazu eingerichtet ist, PID-Regelung (Proportional, Integral, Differential) durchzuführen, nachdem der vorherfestgesetzte Wert auf einen Punkt überhalb der Restladung von 80 % der Speicherbatterie festgesetzt wurde, oder mittels Zweipunktregelung, die erfolgt, indem zwei Punkte überhalb der Restladung von 80 % festgesetzt werden.

Auf diese Art und Weise ist es möglich, durch die Regelung der Ausgangsleistung der Brennstoffzelle, während derer die Ladespannung in Übereinstimmung mit der Restladung der Backup-Speicherbatterie auf den vorherfestgesetzten Wert zulässiger Ladespannung geregelt wird, die Speicherbatterie innerhalb kurzer Zeit wiederaufzuladen, ohne daß eine Verschlechterung der Leistung hervorgerufen wird, wenn die Restladung der Speicherbatterie unter den Sollwert fällt, und gleichzeitig den Verbraucher entsprechend seinen deutlichen Schwankungen mit beständiger Energie zu versorgen.

Eine Ausführungsform dieser Erfindung wird nun anhand eines Beispiels beschrieben, mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen, wobei:

Figur 1 ein Sperrkreisdiagramm eines Reglers für ein System zur Erzeugung von Brennstoffzellen ist, das die vorliegende Erfindung verwirklicht;

Figur 2 eine grafische Darstellung der zulässigen Ladespannung pro Zelleinheit gegenüber dem Ladungszustand einer Speicherbatterie des in Figur 1 dargestellten Regelgerätes ist;

Figur 3 eine grafische Darstellung der Lade- und Entladekurve der Speicherbatterie ist; und

Figur 4 eine Reihe von grafischen Darstellungen des Ladestroms gegenüber der Ladespannung pro Zelleinheit ist, die charakteristisch für die Speicherbatterie sind.

Mit Bezug auf Figur 1 wird ein Regelgerät für ein System zur Erzeugung von Brennstoffzellen dargestellt, das einen Tank für Rohstoff 1, in dem Reformierungsrohstoff wie Methanol gelagert wird, einen Reformier 2, eine Brennstoffzelle 3 und einen Gleichstromwandler 4 als Mittel zur Regelung des Ausgangsstroms aus der Brennstoffzelle 3 darstellt.

Das System hat ferner einen Verbraucher 5 und eine Backup-Speicherbatterie 6. Desweiteren ist eine Rohstoffpumpe 7 angebracht, die den Reformier 2 mit Reformierungsmaterial aus dem Rohstofftank versorgt, ein Verbrennungsluftgebläse 8, das dazu eingerichtet ist, einen Brenner des Reformers 2 mit Verbrennungsluft zu versorgen, und ein Reaktionsluft-Gebläse 9, das dazu eingerichtet ist, die Brennstoffzelle mit Reaktionsluft zu versorgen. Ein Hilfsregler 10 ist als Mittel zur Regelung der Ausgangsleistung vorgesehen, das die Regelung der Ausgangsleistung der Brennstoffzelle durchführt, indem es den Betrieb der verschiedenen Geräte regelt, die das System zur Erzeugung von Brennstoffzellen bilden.



Der Reformier 2 ist so eingerichtet, daß er die Wärme der Reformierungsreaktion erhält, indem er die Abgase der Brennstoffzelle 3 verbrennt, und die von den verschiedenen Geräten und dem Hilfsregler 10 verbrauchte Energie stammt von der Ausgangsseite der Brennstoffzelle 3.

Zusätzlich stellt das Nutzleistungs-Regelmittel der Brennstoffzelle einen Regler zur Regelung des Systems zur Erzeugung von Brennstoffzellen zur Verfügung, einen Leitungsprüfer 11 für die Speicherbatterie 6, der ein Ausgangsstrom-Regelmittel umfaßt, einen Amperestundenzähler 12 zur Berechnung der durch den Leitungsprüfer 11 ermittelten Lade- und Entladeströme der Speicherbatterie, einen Spannungsprüfer 13 für die Speicherbatterie und einen Regler 15, der an den Hilfsregler und den Gleichstromwandler 4 ein Frequenz-Regelsignal abgibt, in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis der in einem Speicher 14 gespeicherten Signale des Amperestundenzählers 12 und des Spannungsprüfers und eines Sollwertes des Ladeniveaus (ein Wert, größer als 80 % der Restladung) der Speicherbatterie mit einem vorherfestgesetzten Wert für die zulässige Ladespannung, die entsprechend dem in Figur 2 dargestellten Regelmuster angegeben wird. Der Gleichstromwandler 4 besitzt einen Regler 16, und ein Leitungsprüfer des Ausgangsstroms 7 für die Brennstoffzelle ermittelt die Stromstärke am Eingang des Gleichstromwandlers 4. Ein Komparator 18 ist vorgesehen für den Vergleich des ermittelten Signals des Leitungsprüfers 17 mit dem Frequenz-Regelsignal des Reglers 15.

Wenn das System zur Erzeugung von Brennstoffzellen während des Betriebs bedient wird, wird der Verbraucher 5 mit Strom versorgt und die ermittelten Werte des Ladeniveaus und des Entladeniveaus und der Spannung der Speicherbatterie gehen beim Regler 15 über den Leitungsprüfer 11, den Amperestundenmeter 12 und den Spannungsprüfer in dieser Reihenfolge ein. Der Regler 15 berechnet die Restladung der Speicherbatterie 6 und vergleicht ferner den in einem Speicher 14 gespeicherten Ladungsniveau-

Sollwert (ein Wert, größer als 80 % der Restladung) der Speicherbatterie mit einem vorherfestgesetzten Wert für die zulässige Ladespannung entsprechend der Restladung der Speicherbatterie in Abhängigkeit vom Regelmuster der in Figur 2 dargestellten zulässigen Grenzlinie E der Ladespannung, und der Regler 15 gibt ein Frequenz-Regelsignal, das auf dem Vergleichsergebnis basiert.

Dieses Regelsignal wird dem Hilfsregler zuge-  
stellt, der zur Regelung der Rohstoffförderpumpe 7, des  
Verbrennungsluftgebläses 8 und des Reaktionsluft-Gebläses  
gemäß des Frequenz-Regelsignals dient, wodurch die Aus-  
gangsleistung der Brennstoffzelle 3 geregelt wird. Gleich-  
zeitig wird das Frequenz-Regelsignal im Komparator 18 mit  
dem Ausgangssignal des Leitungsprüfers der Brennstoffzelle  
17 verglichen, der Gleichstromwandler 4 mittels des Reglers  
16 geregelt, das Vergleichsergebnis als Sollwerteinstel-  
lung-Führungsgröße verwendet, und der Ausgangsstrom des  
Gleichstromwandlers 4 wird variiert, um den Ausgangsstrom  
der Brennstoffzelle, mit dem der Verbraucher 5 und die  
Speicherbatterie 6 versorgt werden, in Abhängigkeit vom  
Frequenz-Regelsignal zu verändern.

In diesem Betriebszustand kann bei steigender  
Belastung Elektrizität aus der Speicherbatterie 6 entladen  
werden, um eine Energieknappheit beim Verbraucher 5 auszu-  
gleichen. Daraus resultierend sinkt die Restladung unter  
den Ladungsniveau-Sollwert und die Spannung der Speicher-  
batterie 6 fällt somit in den Bereich der zulässigen Lade-  
spannung. Demzufolge gibt der Regler 15 das Frequenz-  
Regelsignal, den Ausgangsstrom des Gleichstromwandlers zu  
erhöhen, aber den vorherfestgesetzten Wert der zulässigen  
Ladespannung entsprechend der zulässigen Ladespannung-  
Grenzlinie E des in Figur 2 dargestellten Regelungsmusters  
nicht zu überschreiten.

Bevor der Strom des Gleichstromwandlers ansteigt,  
wird dem Hilfsregler 10 das gleiche Frequenz-Signal zuge-  
stellt, damit die Ausgangsleistung der Brennstoffzelle er-

hört wird. Hierdurch wird der Ausgangsstrom des Gleichstromwandlers 4 mit zeitlicher Verzögerung, der Ausgangsleistung der Brennstoffzelle folgend, erhöht.

Dieser geregelte Zustand wird fortgesetzt, bis das Ladungsniveau der Speicherbatterie 6 den Sollwert erreicht (ein bestimmter Wert überhalb der Restladung von 80 %), und während dieses Ladevorgangs wird die Wiederaufladung durchgeführt, indem dafür gesorgt wird, daß das vom Regler 15 ausgegebene Frequenz-Regelsignal sich unverzüglich verändert, damit sich der zulässige, vorher festgesetzte Wert der Ladespannung beim Anstieg des Ladungsniveaus der Speicherbatterie 6 der zulässigen Ladespannung-Grenzlinie E folgend, die durch das Regelungsmuster in Figur 2 gegeben ist, ändert. Dieser Regelungsvorgang wird durch eine der bereits beschriebenen Regelverfahren wie PID-Regelung oder Zweipunktregelung durchgeführt.

Erreicht das Ladungsniveau der Speicherbatterie 6 wieder den Sollwert, wird die Ausgangsleistung mittels eines Reglers 5 so geregelt, daß sie wieder auf ihr ursprüngliches Betriebsniveau sinkt. Wird ein oben beschriebener Gabelstapler nicht äußerlich belastet, wie z.B. während der Zeit einer Unterbrechung des Arbeitsvorgangs, wird die Brennstoffzelle geregelt die Aufladung zu unterbrechen, sobald die Speicherbatterie geladen ist.

Die oben beschriebene Ausführungsform stellt folglich ein Regelgerät für ein System zur Erzeugung von hybriden Brennstoffzellen zur Verfügung, das dazu vorgesehen ist, einen Verbraucher mit elektrischer Energie zu versorgen, indem er den Ausgang einer Brennstoffzelle mit einer Speicherbatterie als Backup-Stromversorgung verbindet, wobei das Regelgerät Mittel zur Regelung der Nutzleistung der Brennstoffzelle umfaßt, Mittel zur Regelung des der Brennstoffzelle entnommenen Ausgangsstroms, Mittel zur Ermittlung der Spannung der Speicherbatterie, Mittel zur Ermittlung des Ladungsniveaus der Speicherbatterie und einen Regler zur Regelung des Nutzleistung-Regelmittels und des Ausgangsstrom-Regelmittels, in Abhängigkeit von einem

vorherfestgesetzten Wert für eine zulässige Ladespannung entsprechend dem Ladungsniveau der Speicherbatterie und in Abhängigkeit von einem Sollwert für das aufrechtzuerhaltende Ladeniveau, indem der vorherfestgesetzte, zulässige Spannungswert und der Ladungsniveau-Sollwert auf den Ladekurven der Speicherbatterie basierend vorher festgesetzt wurden, wobei Mittel für den Vergleich der Werte mit den ermittelten Werten der Spannung und dem Ladungsniveau der Speicherbatterie in dieser Reihenfolge vom Nachweismittel erhalten werden, und das Vergleichsergebnis dazu dient, ein Signal auf der Ebene zu geben, auf deren Basis das Regelgerät zur Regelung des Nutzleistung-Regelmittels und des Ausgangsstrom-Regelmittels ausgerichtet ist.

Durch die Regelung der Ausgangsleistung der Brennstoffzelle, den zulässigen Wert während der Regelung der Ladespannung nicht zu überschreiten, wobei die Speicherbatterie bis zum Sollwert wiederaufgeladen wird, nachdem die Restladung der Speicherbatterie aufgrund einer durch Belastungsanstieg bedingten Entladung unter den Sollwert gesunken ist, stellt das obenbeschriebene Regelgerät ein System zur Erzeugung von Brennstoffzellen bereit, das Merkmale besitzt, die besonders wünschenswert sind, wenn es zur Stromversorgung mit starken Belastungsschwankungen verwendet wird, wie beim Gabelstapler, so daß eine völlige Aufladung der Speicherbatterie innerhalb einer kurzen Zeit unter Ladebedingungen möglich ist, die die Leistung der Speicherbatterie nur minimal verschlechtern, die Speicherbatterie folglich auf einem hohen Ladungsniveau hält, das sowohl starken Belastungen gewachsen ist, ohne dabei die Lebensdauer der Speicherbatterie zu verkürzen, als auch den Verbraucher beständig mit Energie versorgt.

ANSPRÜCHE

1. Regelgerät für ein System zur Erzeugung von hybriden Brennstoffzellen, das einen Verbraucher (5) mit Strom versorgt, indem es eine Speicherbatterie (6) als Notstromversorgung mit dem Ausgang einer Brennstoffzelle (3) verbindet, wobei das Regelgerät Mittel (10) zur Regelung der Nutzleistung der Brennstoffzelle (3), Mittel (12) zur Feststellung der Restladung der Batterie (6) und Mittel (15) zur Bereitstellung eines vorherbestimmten Sollwerts des Ladevermögens der Batterie (6) umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät ferner Mittel (4) zur Regelung des Ausgangsstroms, der der Brennstoffzelle (3) entnommen wird, Mittel (13) zur Ermittlung der Spannung der Speicherbatterie (6), ein Regelgerät (15) zur Regelung des Nutzleistung-Regelmittels (10) und des Ausgangsstroms-Regelmittels (4) umfaßt, in Abhängigkeit von vorherfestgesetzten Werten zulässiger Ladespannungen, die als Funktion der Restladung der Batterie (6) im Regelgerät (14,15) gespeichert sind, und in Abhängigkeit vom aufrechtzuerhaltenden Soll-Ladevermögen, wobei die vorherfestgesetzten zulässigen Spannungswerte und das Soll-Ladevermögen auf den Ladekurven der Speicherbatterie (6) basierend vorher festgesetzt werden, und Mittel (15) zum Vergleichen der Werte mit den durch die Nachweismittel (12,13) erhaltenen Werte der Batteriespannung und der Restladung, wobei das Vergleichsergebnis dazu dient, ein Signal auf der Ebene bereitzustellen, auf deren Basis das Regelgerät (15) zur Regelung des Nutzleistung-Regelmittels (10) und des Ausgangsstrom-Regelmittels (4) ausgerichtet ist, um die Ladespannung der Batterie auf dem höchsten Niveau zu halten entsprechend den gespeicherten Spannungswerten als eine Funktion der effektiven Ladung der Batterie (6), indem eine Verschlechterung der Batterie (6) dadurch vermieden wird, daß die Restladung schnellst möglich auf den Sollwert gebracht wird.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Gleichstromwandler (4) als ein Ausgangsstrom-Regelmittel für die Brennstoffzelle (3) vorgesehen ist.

3. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Nutzleistung-Regelmittel (10) für die Brennstoffzelle (3) die Versorgung der Brennstoffzelle (3) mit einem Rohstoff und dessen Verbrennung regelt, in Abhängigkeit von einem in einem Komparator durchgeführten Vergleich der ermittelten Spannungs- und Ladungsniveauewerte der Speicherbatterie (6) mit der zulässigen Ladespannung und dem Soll-Ladeniveau.

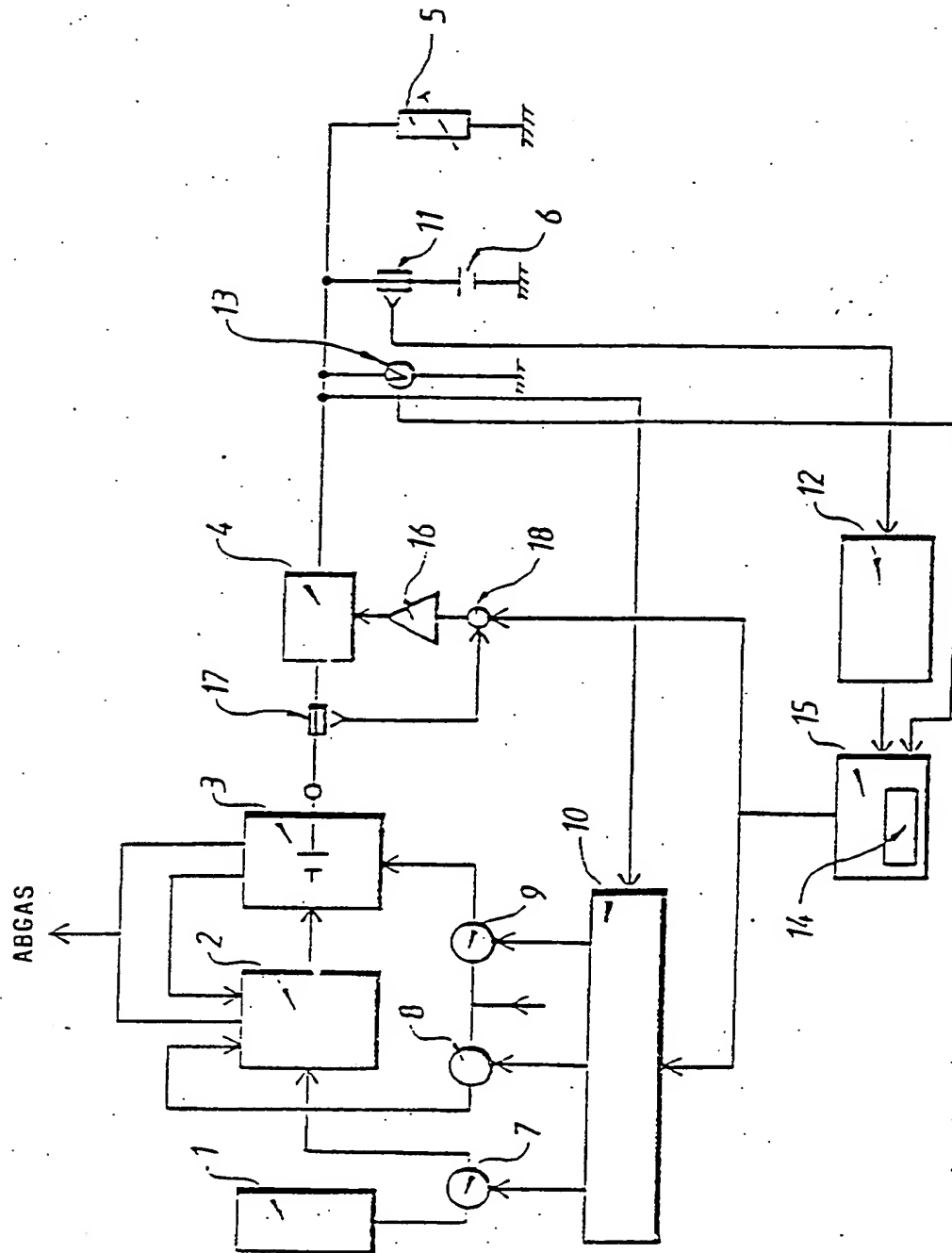
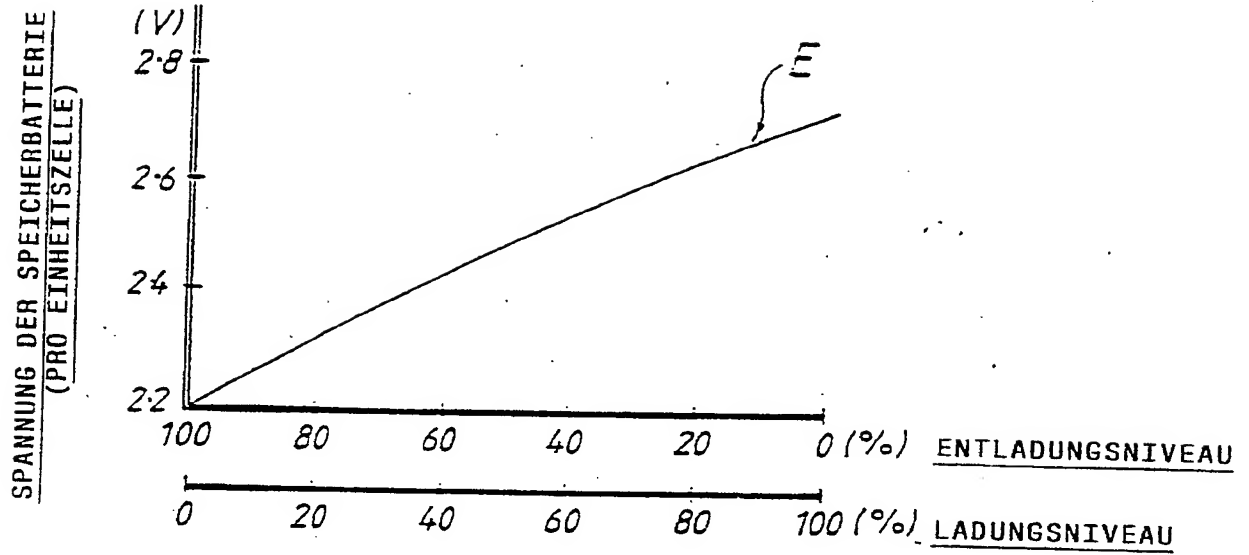
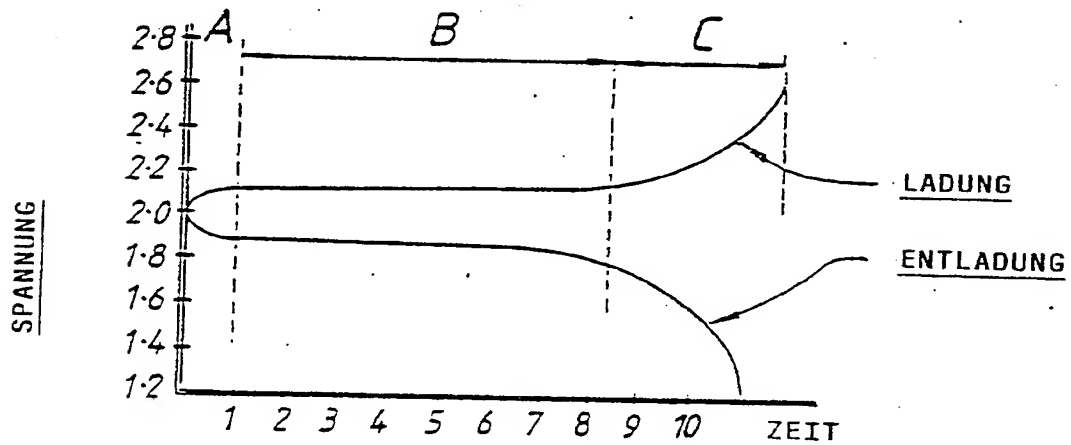


Fig 1.

Fig 2.Fig 3.



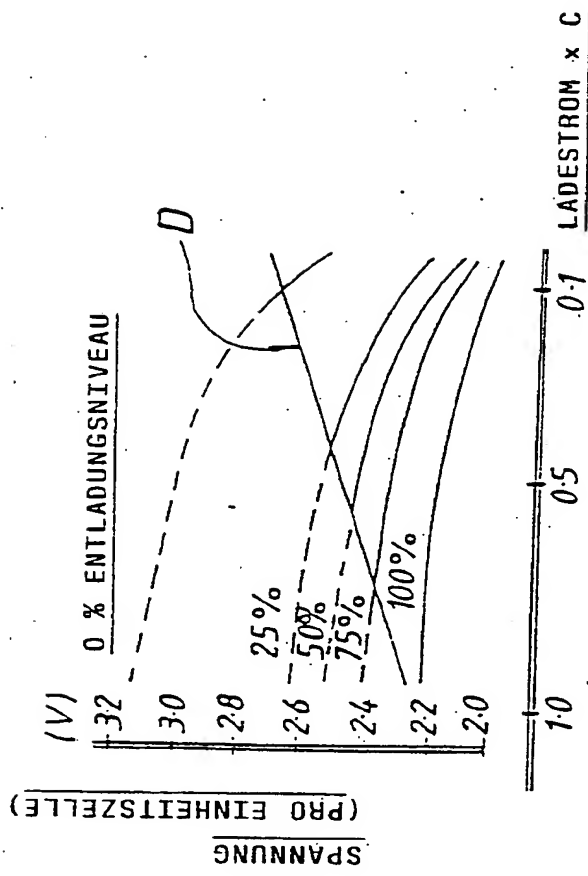


Fig 4.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**